

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-084289

(43)Date of publication of application : 19.03.2003

(51)Int.Cl.

G02F 1/1339

(21)Application number : 2001-278590

(71)Applicant : NEC AKITA LTD

(22)Date of filing : 13.09.2001

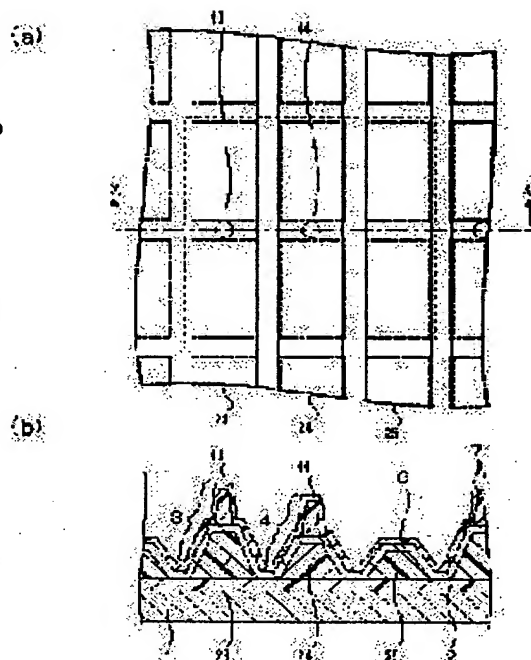
(72)Inventor : SATO HIROKI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device on which a color filter with columnar spacers is mounted, which has satisfactory load resistant properties and in which display defects due to low temperature bubbling are hardly created.

**SOLUTION:** The load resistant properties are enhanced by using a plurality of columnar spacers 43 and 44 corresponding to one pixel of R, G or B and having heights different from each other, providing the plurality of columnar spacers on every other pixel and previously setting up the heights of respective spacers so that a spacer 4 having a smaller height also receives external load together with a spacer 3 having a larger height within the range of elastic deformation of the spacer 3 having a larger height when the spacer 3 is contracted by the external load. Since contraction of a cell gap is absorbed by only the spacer having a larger height at low temperatures, the cell gap is contracted corresponding to the temperature and the display defect due to low temperature bubbling can be reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-84289

(P2003-84289A)

(43) 公開日 平成15年3月19日 (2003.3.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F 1/1339

識別記号

5 0 0

F I

G 0 2 F 1/1339

テ-77-ト\* (参考)

5 0 0 2 H 0 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-278590 (P2001-278590)

(22) 出願日 平成13年9月13日 (2001.9.13)

(71) 出願人 392026707

秋田日本電気株式会社

秋田県秋田市御所野下堤3丁目1番1号

(72) 発明者 佐藤 弘樹

秋田県秋田市御所野下堤三丁目1番1号

秋田日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム (参考) 2H089 LA09 LA10 MA03 PA06 PA07

QA02 QA06 QA16 TA12 TA13

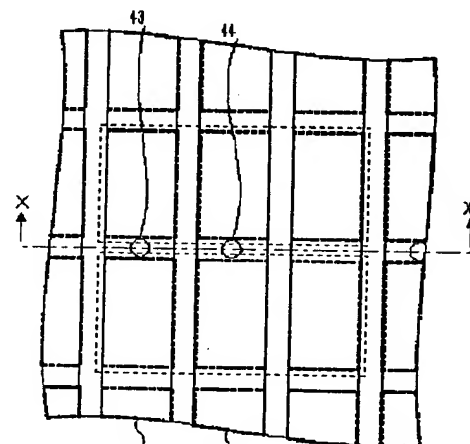
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

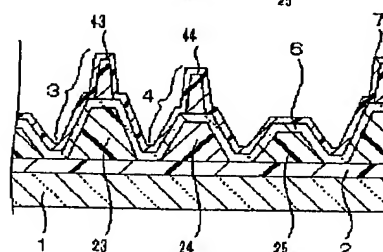
【課題】 柱状スペーサ付きカラーフィルタを用いて作製された液晶表示装置は、耐荷重特性を向上させるためにスペーサ密度を増やすと、低温時に液晶セルのセルギャップが液晶分子の収縮に応じた収縮が出来なくなるため、液晶分子が発泡し易くなるという問題が生じていた。

【解決手段】 R G B 1 画素に対応して複数本の柱状スペーサ 4 3、4 4 を用い、1 画素おきの割合で複数本の柱状スペーサを設け、しかもその高さを変えて、高い方のスペーサが外部荷重により収縮したときに高い方のスペーサ 3 が弾性変形を示す範囲内で低い方のスペーサ 4 も共に外部荷重を受けるように各スペーサの高さを予め設定しておくことにより、耐荷重特性を向上させると共に、低温時には高い方のスペーサのみでセルギャップの収縮を吸収するので、セルギャップが温度相応に収縮し、低温発泡による表示不良を低減することができる。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2枚の相対向する基板のうち、第1の基板の表面に形成された複数のスペーサと、前記スペーサの頂部にその表面が接すべく配置された第2の基板と、前記第1及び第2の基板の間に充填された液晶層とを有する液晶表示装置であって、前記スペーサは高さが異なる少なくとも2種類の第1のスペーサ及び前記第1のスペーサよりも高さが低い第2のスペーサから構成され、前記第2のスペーサの高さが前記第1のスペーサが高さ方向に外部圧力により圧縮される限界である弾性変形限界高さよりも高く形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 前記第2のスペーサは、前記第2のスペーサが前記第1のスペーサの弾性変形限界高さまで圧縮された場合にも弾性変形特性を示す請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記第1の基板の表面に高さの異なる少なくとも2種類の第1の色層及び前記第1の色層よりも高さが低い第2の色層が形成されており、前記スペーサは、前記第1の色層及びその上に形成された所定の高さの第1のスペーサ材からなる第1のスペーサと、前記第2の色層及びその上に形成された前記第1のスペーサ材からなる第2のスペーサとから構成される請求項1又は2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記第1及び第2のスペーサは、外部圧力による変形を前記第1のスペーサ材で受ける請求項3記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記第1の基板の表面に高さの同じ少なくとも2種類の第3の色層及び第4の色層が形成されており、前記スペーサは、前記第3の色層及びその上に形成された第2のスペーサ材からなる第1のスペーサと、前記第4の色層及びその上に形成された前記第2のスペーサ材よりも高さの低い第3のスペーサ材からなる第2のスペーサとから構成される請求項1又は2記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記第1及び第2のスペーサは、外部圧力による変形を前記第2及び第3のスペーサ材で受ける請求項5記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、カラーフィルタを利用してスペーサを形成する液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のカラーフィルタ搭載の液晶表示装置に、柱状スペーサを配置した構造の模式平面図及び模式断面図を図5に示す。図5(a)は1画素を構成するRGBの3色を紙面に向かって上下にストライプ状に配置したときのカラーフィルタ基板の模式平面図である。図5(b)、(c)は、画素の間の切断線X-X'に沿った模式断面図であり、図5(b)は、1画素に対応さ

せる形で1本の柱状スペーサを画素間に設けた例で、図5(c)は柱状スペーサを1画素に対応させる形で画素間に3本設けた例である。

【0003】 図5について説明すると、ガラス基板101、ブラックマトリクス102、ストライプ状のカラーフィルタ123、124、125、ITOからなる共通電極106、柱状スペーサ143、144、145、配向膜107の順に形成され、カラーフィルタ基板（以下、CF基板と記載する）111が得られる。

【0004】 CF基板111に対向してTFT基板131が配置され、TFT基板131には、ガラス基板、絶縁膜、TFT、配線、配向膜等が形成されているが、ここでは、簡略化のために図示を省略し、単にTFT基板131としている。CF基板111とTFT基板131との間には液晶層113が挟持される。

【0005】 次に、柱状スペーサを使用した従来の液晶表示装置の特徴について説明する。まず、図6に柱状スペーサ付きカラーフィルタを使用した一般的な液晶表示装置の高温時の挙動を記す。図6は、画素当たり1本の柱状スペーサを設けた例で、柱状スペーサの頂部にTFT基板の表面が接するようにして液晶表示装置が形成されたときの様子を示す液晶表示装置の模式断面図である。

【0006】 この液晶表示装置は、常温、例えば、20℃の環境下では、図6(a)に示すように、セルギャップT1はカラーフィルタ123と柱状スペーサ143からなるスペーサ103により決定される。しかし、温度が上昇して、例えば、60℃になると、図6(b)のように、液晶層113の膨張によりセルギャップT1がセルギャップT2と大きくなり、TFT基板131が柱状スペーサ143から離れ、ギャップムラが発生する。

【0007】 したがって、柱状スペーサ143を使用して液晶表示装置を作製する際には、図7(a)のように、予め柱状スペーサ143を圧縮しておいて、狭いセルギャップt1(<T1)となるようにセルギャップを調整しておくことが必要になる。このようにすると、高温時（例えば、60℃）に液晶層113が膨張しセルギャップがt2と大きくなると圧縮されていた柱状スペーサ143が弾性変形により伸張し、図7(b)のように、液晶層113の伸張を柱状スペーサ143の弾性変形により吸収することができる。

【0008】 次に、図8に柱状スペーサ付きカラーフィルタを使用した従来の液晶表示装置の低温時の挙動を記す。図8(a)、(b)は、画素当たり1本の柱状スペーサを設けた例で、図9(a)、(b)は、柱状スペーサを画素当たり3本設けた例である。

【0009】 温度を低温、例えば、-20℃にすると、図8(a)は(b)に、図9(a)は(b)のように変化する。温度低下により液晶層113の体積が収縮する力と、柱状スペーサがTFT基板131を押し返す力が

生ずるが、図 8 (a)、(b) の画素当たり 1 本の柱状スペーサを設けた構造では、液晶層 113 の体積が収縮する力の方が、柱状スペーサ 143 が TFT 基板 131 を押し返す力よりも強いので、常温で L1 の長さのセルギャップが、低温になると L1 よりも短い L2 となる。

【0010】一方、図 9 (a)、(b) のように、柱状スペーサを画素当たり 3 本設けた構造では、温度を低温にして液晶層 113 の体積が収縮する力と、柱状スペーサ 143、144、145 が TFT 基板 131 を押し返す力を発生させたとき、柱状スペーサが TFT 基板 131 を押し返す力の方が液晶層 113 の体積が収縮する力よりも強くなるのでセルギャップはほとんど変化せず、液晶層中に溶け込んでいる化学的に不安定な低分子の物質が液晶層中で気化して気泡を生じ、液晶表示装置の表示不良の原因となる（以下、この現象を「低温発泡」と記載する）。従って、柱状スペーサは少ないほど低温発泡が発生しにくいことになる。

【0011】次に、図 10、11 に柱状スペーサを使用した従来の液晶表示装置に外部荷重がかかった際の挙動を記す。

【0012】図 10 (a) は、柱状スペーサ 143 のみがカラーフィルタ 123 の上に形成された場合の液晶表示装置の模式断面図である。

【0013】これに外部荷重がかかると、図 10 (b) のように、柱状スペーサ 143 が大きく変形し（塑性変形）、外部荷重印加前のセルギャップ L1 が、L1 よりも短い L2 となる。その後荷重が解かれても、図 10 (c) のように柱状スペーサ 143 は元の状態に戻ることはないため、外部荷重がかかった部位のセルギャップは押しつぶされたままで狭くなり、ギャップムラによる表示不良が発生する。

【0014】一方、図 11 (a) に示されるように、柱状スペーサ 143、144、145 をカラーフィルタ 123、124、125 の上にそれぞれ形成した場合、液晶表示装置に外部荷重がかかると、図 10 (b) のように、柱状スペーサ 143、144、145 が小さく変形する（弾性変形）。その後荷重が解かれると、図 10 (c) のように、柱状スペーサは元の状態に戻るため、ギャップムラによる表示不良は発生しない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、一般的に柱状スペーサ付きカラーフィルタを用いて作製された液晶表示装置は、柱状スペーサを増やすほど外部荷重に対する強度は増すが、逆に低温発泡が発生しやすくなるという特性があるため、柱状スペーサ付きカラーフィルタ使用の液晶表示装置のスペーサ設計は非常に困難であった。

【0016】すなわち、耐荷重特性を向上させるためにスペーサ密度を増やすと、低温時に液晶セルのセルギャップが液晶分子の収縮に応じた収縮が出来なくなるた

め、液晶分子が発泡し易くなるという問題が生じていた。

【0017】本発明の目的は、耐荷重特性が良く、かつ、低温での低温発泡による表示不良が発生し難い柱状スペーサ付きカラーフィルタ搭載の液晶表示装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、2 枚の相対向する基板のうち、第 1 の基板の表面に形成された複数のスペーサと、前記スペーサの頂部にその表面が接すべく配置された第 2 の基板と、前記第 1 及び第 2 の基板の間に充填された液晶層とを有する液晶表示装置であって、前記スペーサは高さが異なる少なくとも 2 種類の第 1 のスペーサ及び前記第 1 のスペーサよりも高さが低い第 2 のスペーサから構成され、前記第 2 のスペーサの高さが前記第 1 のスペーサが高さ方向に外部圧力により圧縮される限界である弾性変形限界高さよりも高く形成されていることを特徴とする。本発明の液晶表示装置は、以下のような好適な適用形態を有する。

【0019】すなわち、前記第 2 のスペーサは、前記第 2 のスペーサが前記第 1 のスペーサの弾性変形限界高さまで圧縮された場合にも弾性変形特性を示す。

【0020】また、前記第 1 の基板の表面に高さの異なる少なくとも 2 種類の第 1 の色層及び前記第 1 の色層よりも高さが低い第 2 の色層が形成されており、前記スペーサは、前記第 1 の色層及びその上に形成された所定の高さの第 1 のスペーサ材からなる第 1 のスペーサと、前記第 2 の色層及びその上に形成された前記第 1 のスペーサ材からなる第 2 のスペーサとから構成され、前記第 1 及び第 2 のスペーサは、外部圧力による変形を前記第 1 のスペーサ材で受ける。

【0021】さらに、前記第 1 の基板の表面に高さの同じ少なくとも 2 種類の第 3 の色層及び第 4 の色層が形成されており、前記スペーサは、前記第 3 の色層及びその上に形成された第 2 のスペーサ材からなる第 1 のスペーサと、前記第 4 の色層及びその上に形成された前記第 2 のスペーサ材よりも高さの低い第 3 のスペーサ材からなる第 2 のスペーサとから構成され、前記第 1 及び第 2 のスペーサは、外部圧力による変形を前記第 2 及び第 3 のスペーサ材で受ける。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明の第 1 の実施形態の液晶表示装置を図 1 を参照して説明する。図 1 (a) は本実施形態による柱状スペーサを配置したカラーフィルタを模式的に示す平面図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) における切断線 X-X' に沿った断面図である。

【0023】まず、ガラス基板 1 上には Cr 又は樹脂からなるブラックマトリクス 2 が形成され、その上に顔料分散法を用いて RGB のストライプ状のカラーフィルタ 23、24、25 が形成される。続いて、カラーフィル

タ23、24、25を覆ってITO膜6が形成され、さらにカラーフィルタ23、24上に感光性の透明アクリル樹脂等からなる柱状スペーサ43、44がそれぞれ形成される。最後に、柱状スペーサ43、44を覆って配向膜6が形成される。

【0024】このとき、柱状スペーサはブラックマトリクス2の上に形成され、この実施形態の場合、ストライプ状に紙面の上下方向に走るカラーフィルタ23、24の上下の画素間に配置されるブラックマトリクス上に位置するように形成される。

【0025】本実施形態では、柱状スペーサ43、44の長さは同じで、柱状スペーサ43、44の頂上部の高さをカラーフィルタ23、24の膜厚差によって段階的に設定する。具体的には、色材料濃度を調整すれば、カラーフィルタの色味を変えずに、カラーフィルタの膜厚を変えて柱状スペーサの段差を調整することが可能である。この実施形態では、カラーフィルタ23をカラーフィルタ24よりも厚く形成し、柱状スペーサ43、44は同じ高さとしている。従って、カラーフィルタ23と柱状スペーサ43とで第1のスペーサ3、カラーフィルタ24と柱状スペーサ44とで第2のスペーサ4を構成し、スペーサ3がスペーサ4よりもカラーフィルタ23とカラーフィルタ24との膜厚差分だけ高く形成される。

【0026】図2は、本実施形態のカラーフィルタを用いて作製した液晶セルにおける、CF基板10の柱状スペーサ43、44と対向するTF基板20との位置関係を示す断面図である。

【0027】柱状スペーサは、TF基板20が外圧を受けたときに、まず最も背の高い第1のスペーサ3の柱状スペーサ43がTF基板200に加えられた荷重により変形するように作製される。また、柱状スペーサは、次のような条件を満たす材料で構成されているとする。すなわち、セルギャップが4.0μmの液晶表示装置において、第1のスペーサ3が、セルギャップの厚さの10%分の0.4μmよりも大きな収縮変形を受けたときに弾性変形から塑性変形に転移する。

【0028】さらに具体的な例を示すと、第1のスペーサ3と第2のスペーサ4の高さの違いをdとすると、dは、常温から低温、例えば、20℃から-20℃になるときに受ける液晶セルのセルギャップ変化量よりも大きくするように設定する。

【0029】このようにしておけば、常温から低温への環境変化があっても、セルギャップの収縮が柱状スペーサ43の弾性変形限界内の収縮のみで吸収できる。別の表現をすれば、柱状スペーサ43に加えて、柱状スペーサ44がセルギャップの収縮に係われば、セルギャップの収縮が一定以上進行しなくなり、低温発泡の危険が生じるが、柱状スペーサ44はTF基板200の支持に係わることはないようにスペーサの設計がされているの

で、低温発泡が液晶層中に生じない。

【0030】また、図中bは、柱状スペーサ43の弾性変形限界で、柱状スペーサ43がhよりも大きな収縮変形を受けると、柱状スペーサは塑性変形、もしくは破壊する。従って、TF基板20が荷重を受けたときに、柱状スペーサ43が破壊に到る前に、柱状スペーサ44の支持により荷重を分割低減させる必要がある。

【0031】例えば、セルギャップが4.0μmになるように液晶表示装置を形成し、第1のスペーサ3が、セルギャップの厚さの10%分の0.4μmよりも大きな収縮変形を受けたときに弾性変形から塑性変形に転移するとする。この場合、d、hの関係は、 $d < h = 0.4 \mu m$ となる。従って、第1のスペーサ3の高さ=4.0μm>第2のスペーサ4の高さ>3.6μmという関係が成り立つように第2のスペーサ4が形成される。

【0032】次に、図3は本実施形態のスペーサのCF基板10上での配置を示す平面図であり、図3(a)、(b)において、マス目はRGB毎に当てられる1画素を示し、○印はスペーサを配置している画素を意味する。

【0033】図3は、1画素おきに図2に示す柱状スペーサを市松模様配置した例（以下、1/2画素と表記）であり、例えば、画素110には第1のスペーサを配置し、画素110の斜め方向に隣接する、画素111、112、113、114にも図2に示す柱状スペーサを配置する。なお、密度や配置は図3以外の配置でも良く、また、1つの画素に対応するカラーフィルタの上に複数の柱状スペーサを設けることもできる。

【0034】また、柱状スペーサの頂上部面積を調整することにより、柱状スペーサの配置密度を調整すると同様な効果を得ることができるが、本実施形態では簡略化のため柱状スペーサの配置密度のみを調整する例として説明している。

【0035】液晶セルを設計する上では、従来例で説明した「高温時のギャップムラ」、「低温発泡」を防ぎ、かつ「外部荷重への強さ」を兼ね備えたスペーサ設計が必須となるが、本実施形態を用いれば従来よりも優れた設計マージンを有するスペーサを得ることができる。

【0036】すなわち、スペーサの面位置高さに段差をつけることにより、低温時にセルギャップが高さの高いスペーサのみでセルギャップの収縮変形を吸収するので、セルギャップ厚さを薄くすることができ、低温発泡が生じ難くなる。

【0037】また、第2のスペーサ4の高さを、第1のスペーサ3が弾性変形範囲内の変形を受けたときに第1のスペーサ3と共に荷重を分割できる構成としているため、外部荷重が解かれると、第1のスペーサ3だけでセルギャップを形成することができる。

【0038】液晶セルの耐荷重強度を数値で比較するために、スペーサが全画素に対応して配置された場合の液

晶セルの耐荷重強度を1.0とすると、スペーサが1画素おきに配置された場合の液晶セルの耐荷重強度は概略0.5となる。

【0039】液晶セルの低温発泡性については、数値で表すことはできないが、スペーサが1画素おきに配置された場合の液晶セルの方が、スペーサが全画素に対応して配置された場合の液晶セルに比べ、低温時の収縮度合いが大きいと、表示不良が少なくなる。

【0040】従って、液晶表示装置のスペーサに要求される耐荷重強度が、スペーサが全画素に対応して配置された場合のスペーサ構造を有する従来の液晶表示装置と同等であり、低温発泡性がスペーサが1画素おきに配置された場合の従来の液晶表示装置と同等の表示不良率が求められるとすると、本発明によるスペーサが1画素おきに配置され、1画素当たりにより高低2本のスペーサを有する構造の液晶表示装置がその条件を満たすことができる。

【0041】なお、段差のあるスペーサを1画素の3色全てに図4(b)のように、同じ高さの柱状スペーサを3本配置し、外部荷重を受けたときに3本のスペーサで荷重を分担し、低温時には最も高いスペーサのみで外部荷重を負担するようにスペーサを設計する。さらに、このような構成のスペーサを、図3のように、1画素おきに配置したとすれば、1画素当たり1本のスペーサを有する液晶表示装置に比べて耐荷重強度は3倍になり、低温発泡性もスペーサが1画素おきに配置された場合のスペーサ構造を有する従来の液晶表示装置と同等の表示不良率が得られる。

【0042】さらに、本実施形態の別の変形例として、図4(c)のように、カラーフィルタの高さを揃えて柱状スペーサの高さを変えても、本実施形態と同様な効果が得られる。

【0043】以上のように、本発明によれば、従来の製造方法を大幅に変更することなく、外部荷重に対する十分な強度を保持し、かつ低温発泡に対する温度マージンを確保した、柱状スペーサ付きカラーフィルタを用いた液晶表示装置の製造が可能となる。

【0044】

【発明の効果】上述のように、本発明の液晶表示装置によれば、RGB1画素に対応して複数本の柱状スペーサを用い、1画素おきの割合で複数本の柱状スペーサを設け、しかもその高さを変えて、高い方のスペーサが外部荷重により収縮したときに高い方のスペーサが弾性変形を示す範囲内で低い方のスペーサも共に外部荷重を受け\*

\* るように各スペーサの高さを予め設定しておくことにより、耐荷重特性を向上させると共に、低温時には高い方のスペーサのみでセルギャップの収縮を吸収するので、セルギャップが温度相応に収縮し、低温発泡による表示不良を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の液晶表示装置のカラーフィルタ基板の平面図及び断面図である。

【図2】本発明の実施形態の液晶表示装置の断面図である。

【図3】本発明の実施形態の液晶表示装置のカラーフィルタ基板に配置するスペーサのマップである。

【図4】本発明の実施形態の変形例の液晶表示装置のカラーフィルタ基板の平面図及び断面図である。

【図5】従来の液晶表示装置のカラーフィルタ基板の平面図及び液晶表示装置の断面図である。

【図6】従来の液晶表示装置を常温から高温にしたときの変化の様子を示す断面図である。

【図7】セルギャップの変化による表示不良を防止する構造の従来の液晶表示装置を常温から高温にしたときの変化の様子を示す断面図である。

【図8】柱状スペーサ付きカラーフィルタを使用した従来の液晶表示装置の低温時の挙動を示す断面図である。

【図9】柱状スペーサを増やして耐荷重性を強化した従来の液晶表示装置の低温時の挙動を示す断面図である。

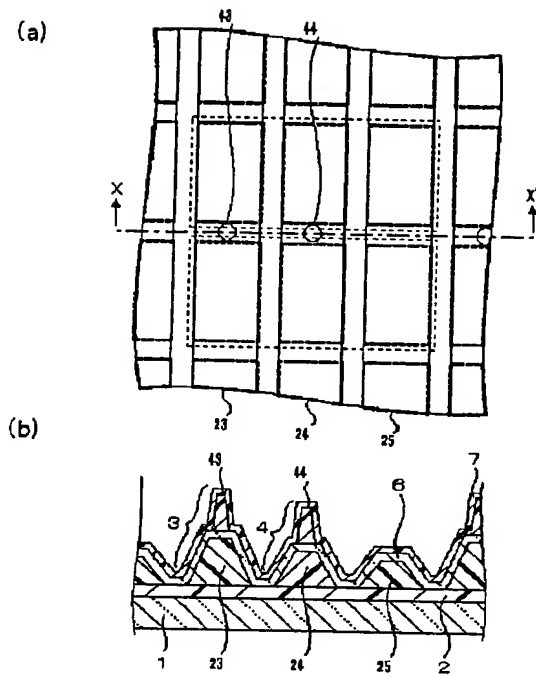
【図10】柱状スペーサ付きカラーフィルタを使用した従来の液晶表示装置が荷重を受けてスペーサが破壊に到ったときの様子を示す断面図である。

【図11】柱状スペーサ付きカラーフィルタの柱状スペーサを増やした従来の液晶表示装置が荷重を受けたときの様子を示す断面図である。

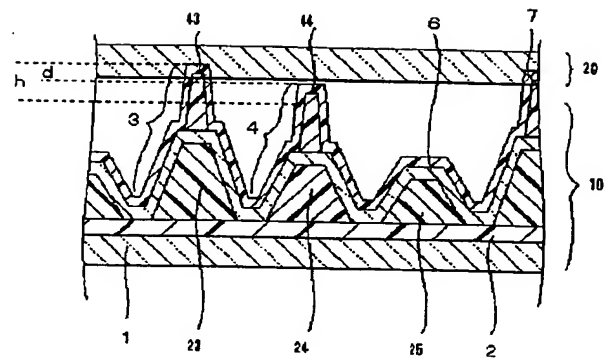
【符号の説明】

- 1、101 ガラス基板
- 2、102 ブラックマトリクス
- 3 第1のスペーサ
- 4 第2のスペーサ
- 6、106 共通電極
- 7、107 配向膜
- 10、111 CF基板
- 20、131 TFT基板
- 23、24、25 カラーフィルタ
- 43、44、45 柱状スペーサ
- 103 スペーサ
- 113 液晶層

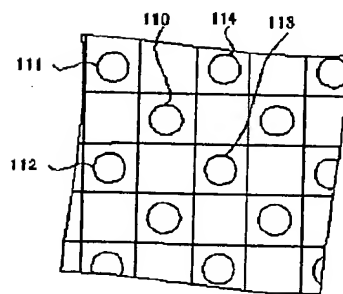
【図 1】



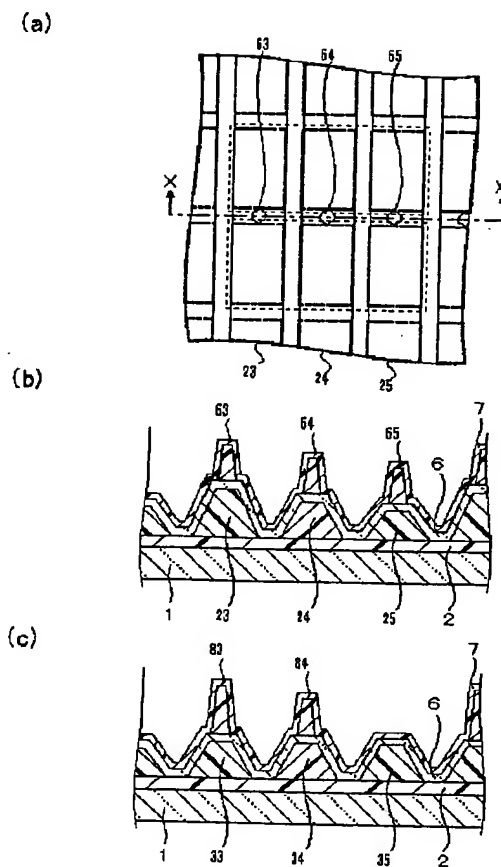
【図 2】



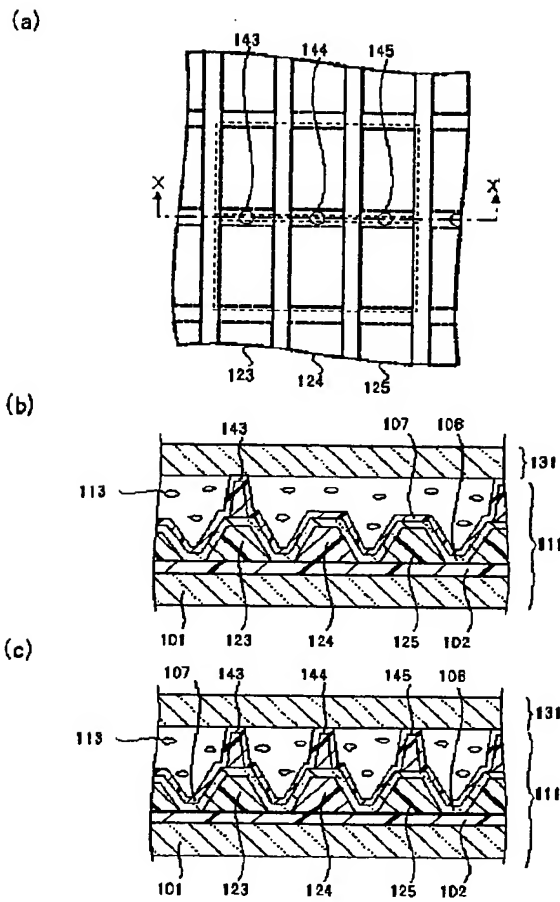
【図 3】



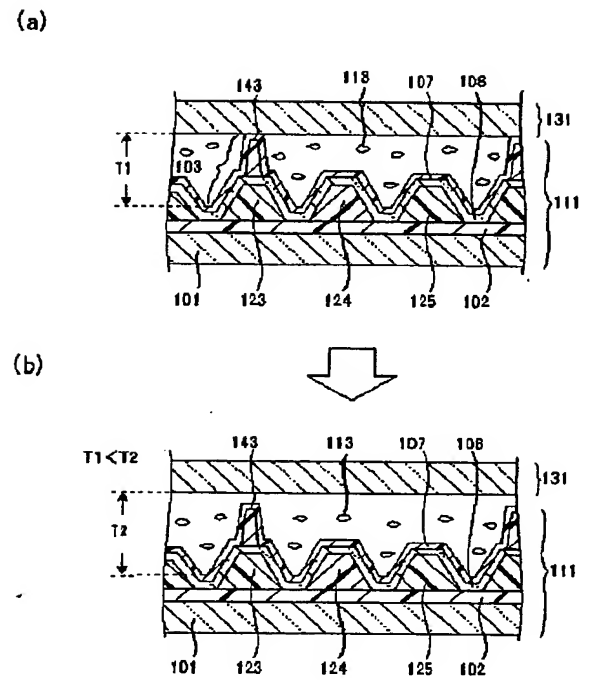
【図 4】



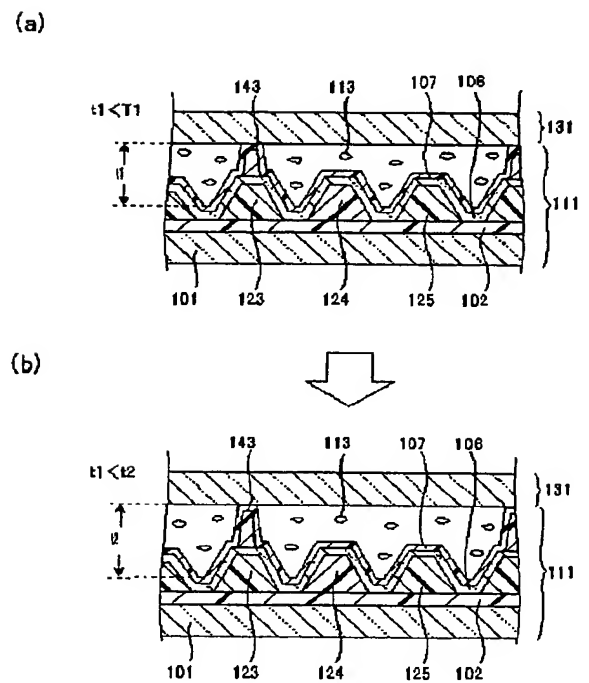
【図 5】



【図 6】



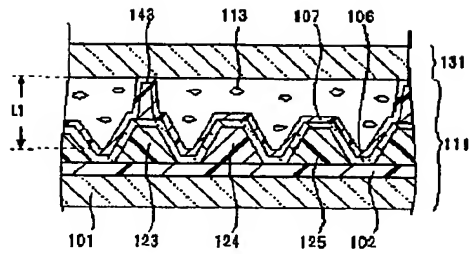
【図 7】



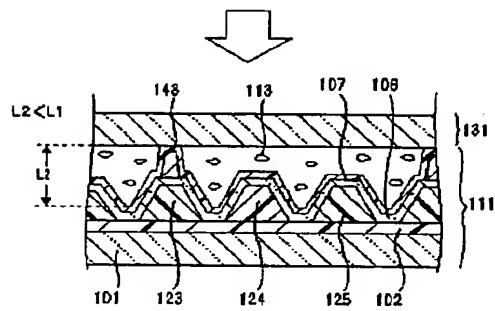


【図 8】

(a)

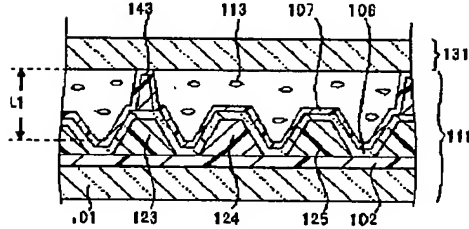


(b)

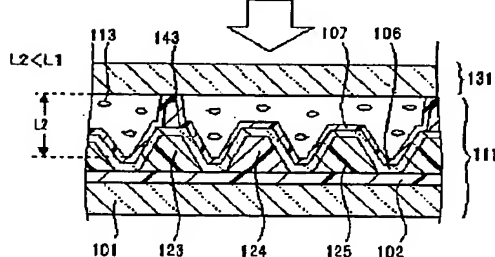


【図 10】

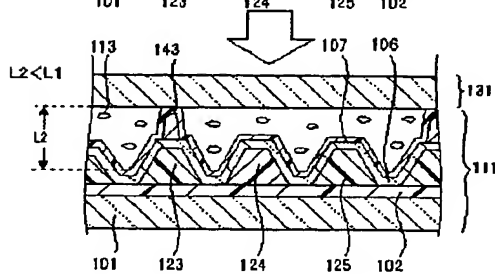
(a)



(b)

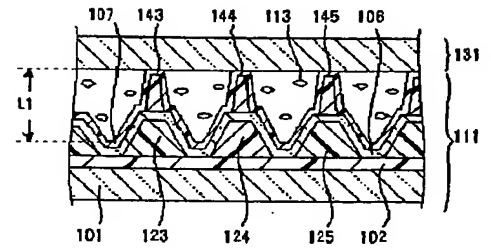


(c)

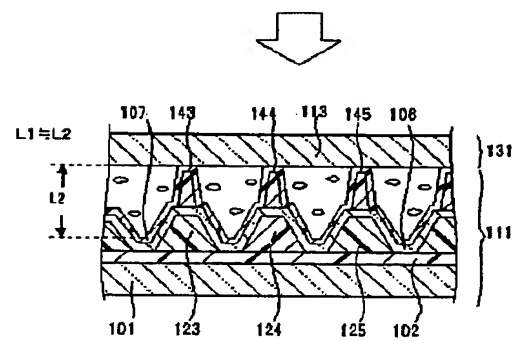


【図 9】

(a)

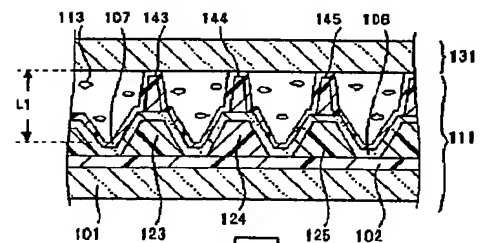


(b)

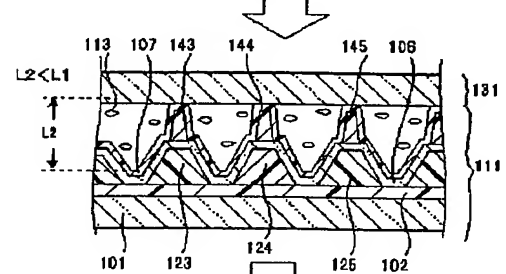


【図 11】

(a)



(b)



(c)

